

10/506393
Rec'd PCT/P 18 NOV 2004
PCT/NL 03/00155

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 03 APR 2003

WIPO PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 1 maart 2002 onder nummer 1020095,

ten name van:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO**

te Delft

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Elektromechanische omzetter",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 20 maart 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

1020095

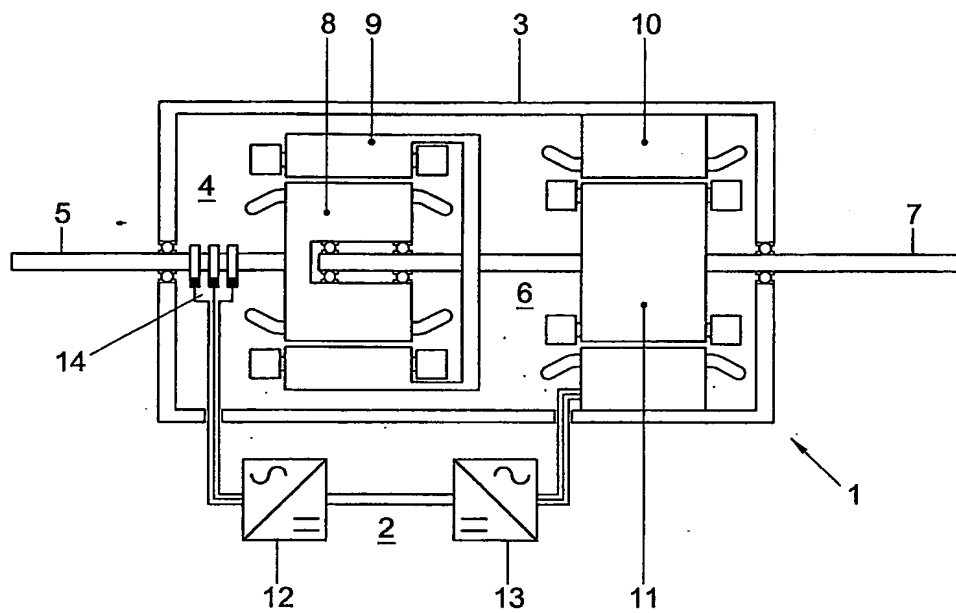
B. v.d. I.E.

- 1 MAART 2002

UITTREKSEL

Een elektromechanische omzetter, in het bijzonder een elektrische variabele transmissie, is voorzien van een primaire as (5) met een daarop bevestigde rotor (8), een secundaire as (7) met een daarop bevestigde interrotor (15), en een vast aan het huis (3) van de elektromechanische omzetter bevestigde stator (10). Gezien vanaf de primaire as (5) in radiale richting, zijn de rotor (8), de interrotor (15) en de stator (10) concentrisch ten opzichte van elkaar aangebracht. De rotor (8) en de stator (10) zijn uitgevoerd met één of meer een- of meerfasige, elektrisch toegankelijke wikkelingen. De interrotor (15) vormt zowel mechanisch als elektromagnetisch één geheel en is ingericht als een geleider voor de magnetische flux in een ten minste tangentiële richting.

1020095



10 200 95

B. v.d. I.E.

1 MAART 2002

P58724NL00

Titel: Elektromechanische omzetter

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een elektromechanische omzetter, in het bijzonder een elektrische variabele transmissie, voorzien van een primaire as met een daarop bevestigde rotor, een secundaire as met een daarop bevestigde interrotor, en een vast aan het
5 huis van de elektromechanische omzetter bevestigde stator, waarbij, vanaf de primaire as in radiale richting gezien, de rotor, de interrotor en de stator concentrisch ten opzichte van elkaar zijn aangebracht en waarbij de rotor en de stator zijn uitgevoerd met één of meer een- of meerfasige, elektrisch toegankelijke wikkelingen. Hierbij kan een deel van het via de primaire as
10 toegevoerde vermogen rechtstreeks op elektromagnetische wijze worden doorgegeven aan de interrotor op de secundaire as, terwijl een ander deel met behulp van bijvoorbeeld sleepringen kan worden afgenomen van de primaire as en via vermogenselektronische omzetters worden toegevoerd aan de stator. Voorts kan daarbij de vermogenstransportrichting worden
15 omgekeerd en kan het uitgaande toerental zowel hoger als lager zijn dan het ingaande toerental. Ook deze toerentallen kunnen van teken veranderen.

Een dergelijke elektromechanische omzetter is bekend uit de Europese octrooiaanvraag EP-A-0 866 544. Zij kunnen in de vorm van een elektrische variabele transmissie (EVT) worden toegepast, niet alleen bij
20 allerlei soorten wegvoertuigen, in het bijzonder stadsbussen, maar ook bij railvoertuigen zoals dieseltreinen, en bij vaartuigen.

De elektrische variabele transmissie (EVT) is een elektromechanische omzetter met twee mechanische poorten, te weten een primaire (drijvende) as en een secundaire (aangedreven) as, en een
25 elektrische poort via welke energie kan worden uitgewisseld. Als de elektrische poort niet wordt gebruikt, dan werkt de EVT als een gewone continu variabele transmissie, waarbij de overzetverhouding een zeer groot bereik heeft. De EVT vervult een functie die vergelijkbaar is aan die van een

811

combinatie van een koppeling en een versnellingsbak van een voertuig. In combinatie met de EVT werkt de verbrandingsmotor in feite als een vermogensbron, waarbij het toerental kan worden ingesteld volgens een optimale karakteristiek van de motor. Hierbij kan het brandstofverbruik, 5 het geluidsniveau en de uitstoot van schadelijke gassen van het voertuig worden verminderd. Omdat de EVT een continu variabele transmissie is, treden er geen schakelstoten op tijdens de acceleratie. Het betekent ook dat steeds met een constant (maximaal toelaatbaar) vermogen geaccelereerd kan worden en niet, zoals bij een conventionele versnellingsbak, met een 10 min of meer zaagtandachtig verloop van het vermogen als functie van de tijd. Met dezelfde motor verloopt de acceleratie met een EVT dus sneller dan met een conventionele versnellingsbak.

De EVT kan werken als een nagenoeg slijtagevrije startmotor door de elektrische poort aan te sluiten op een boordaccu. Stadsbussen, uitgerust 15 met een EVT, kunnen hierdoor bijvoorbeeld bij haltes zonder bezwaar hun motor afzetten, wat comfortabeler is en bovendien leidt tot een behoorlijke brandstofbesparing; immers, veelvuldig starten geeft bij conventionele startmotoren een te grote slijtage van de startmotor en de startkrans.

Via de elektrische poort kan, via een vermogenselektronische 20 omzetter, het boordnet worden gevoed en daarmee de boordaccu worden geladen. Hiermee is een nagenoeg slijtagevrije dynamo verkregen. Aangezien conventionele dynamo's een slecht rendement hebben, leidt ook dit tot een geringe brandstofbesparing. Bij een elektrisch systeem met een gewone dynamo is het vermogen praktisch beperkt door de snaaraandrijving 25 en de lage boordspanning. Bij gebruik van de EVT kunnen via vermogenselektronische omzetters eenvoudig hogere spanningsniveaus worden gemaakt en wordt het vermogen alleen beperkt door de dieselmotor. Dit betekent dat sommige hulpvoorzieningen die nu rechtstreeks door de motor worden aangedreven, zoals bijvoorbeeld de pomp voor de 30 stuurbekrachtiging of bij bussen de compressor, elektrisch met een hoog

rendement kunnen worden aangedreven. Zij kunnen dan naar behoefte in- en uitgeschakeld worden, zodat de nullast verliezen minder zijn. Ook dit leidt tot brandstofbesparing.

Met de EVT kan gewoon op de motor worden afgeremd. Het
5 remvermogen kan daarbij worden verhoogd door het toerental van de motor te verhogen. Dit gaat echter gepaard met een verhoogde geluidsproductie. Daarnaast is het mogelijk om de remenergie te dissiperen in weerstanden die zijn aangesloten op de elektrische poort. Dit maakt het mogelijk om tot stilstand te remmen, dit bijvoorbeeld in tegenstelling tot een conventionele
10 retarder bij bussen. Bij het remmen kan de motor eventueel zelfs worden uitgezet, waardoor het brandstofverbruik wordt verminderd en de motor geen geluid produceert.

Aan de elektrische poort kan een buffer in de vorm van een accu of een vliegwielsysteem worden aangesloten. Hiermee kan remenergie worden
15 opgeslagen, die vervolgens weer gebruikt kan worden voor de acceleratie. Deze relatief kostbare uitbreiding kan, met name bij stadsbussen, een behoorlijke brandstofbesparing geven.

De elektrische poort maakt de omzetter bijzonder geschikt voor het gebruik in hybride voertuigen; de mechanische energie voor de cardanas
20 kan zowel door de verbrandingsmotor als door een elektrische bron worden geleverd.

Het belangrijkste nadeel van de bestaande EVT is zijn massa. Deze is beduidend groter dan die van een conventionele versnellingsbak. Daarnaast is de bestaande EVT ook duurder dan een conventionele
25 versnellingsbak.

Zoals reeds is vermeld, is een elektromechanische omzetter, als in de aanhef is omschreven, bekend uit de Europese octrooiaanvraag EP-A-0 866 544. De daarin beschreven elektromechanische omzetter heeft echter als nadeel dat de interrotor wordt gevormd door twee rotordelen die
30 mechanisch met elkaar zijn verbonden, doch elektromagnetisch van elkaar

zijn gescheiden, zodat de rotor met het ene rotordeel een eerste machine vormt en het andere rotordeel met de stator een tweede, onafhankelijk van de eerste werkzame machine. Alhoewel hierdoor het voordeel wordt verkregen, dat de magnetische flux in beide machines apart kan worden geregeld, is het een ernstig bezwaar dat als gevolg van deze opbouw de elektromagnetische omzetter groot en zwaar is.

Om dit nadeel te verhelpen heeft de elektromechanische omzetter, zoals deze in de aanhef is omschreven, het kenmerk, dat de interrotor zowel mechanisch als elektromagnetisch één geheel vormt en is ingericht als een geleider voor de magnetische flux in een ten minste tangentiële richting. Met andere woorden, ten opzichte van de elektromagnetische omzetter in de Europese octrooiaanvraag EP-A-0 866 544 zijn de beide rotordelen elektromagnetisch gekoppeld en voorts tot één geheel geïntegreerd, waardoor een gewenste volume- en gewichtsbesparing mogelijk wordt. In de elektromechanische omzetter overeenkomstig de uitvinding blijft uiteraard een magnetische fluxgeleiding in radiale richting aanwezig.

Alhoewel het uit de Europese octrooiaanvraag EP-A-1 154 551 bekend is om gebruik te maken van een, één geheel vormende interrotor, is de daarin beschreven interrotor enkel en alleen geschikt om als magnetische fluxgeleider te dienen in de radiale richting. De in deze Europese octrooiaanvraag beschreven interrotor is daartoe opgebouwd uit een buisvormige eenheid met een relatief dunne wand, waarbij, gezien in tangentiële richting, fluxgeleidermateriaal telkenmale wordt afgewisseld door materiaal, in het bijzonder koper, dat de magnetische flux niet, althans in uiterst geringe mate, geleidt. Doordat overeenkomstig de uitvinding de interrotor niet alleen een geleider vormt voor de magnetische flux in de radiale richting maar ook in de tangentiële richting, wordt het mogelijk om, zoals hierna verder zal worden toegelicht, in het ene deel van de elektromechanische omzetter fluxverzwakking toe te passen, terwijl dit in het andere deel niet gebeurt.

De interrotor bestaat uit een elektrisch en een magnetisch circuit. In een eerste uitvoeringsvorm overeenkomstig de uitvinding wordt het magnetisch circuit gevormd door een cilindrisch juk met aan beide zijden zich in de lengterichting uitstrekkende groeven waarin zich het elektrisch
5 circuit vormende kortsluitwikkelingen uitstrekken. In een tweede uitvoeringsvorm wordt de interrotor gevormd door een magnetische flux geleidend cilindrisch juk, waarbij aan weerszijden daarvan permanent magnetisch materiaal, bijvoorbeeld in de vorm van blokken, is aangebracht. In een derde uitvoeringsvorm wordt de interrotor gevormd door een
10 magnetische flux geleidend cilindrisch juk, waarbij aan de ene zijde permanent magnetisch materiaal is aangebracht en aan de andere zijde zich in de lengterichting uitstrekkende groeven zijn aangebracht waarin een elektrisch toegankelijke wikkeling is aangebracht.

De stator- en rotorwikkeling kunnen onderling via een of meer
15 vermogenselektronische omzetters met elkaar zijn verbonden. Hierdoor wordt een overdracht van elektrische energie van de rotor op de stator, bijvoorbeeld bij het weggrijpen van een voertuig, of omgekeerd, bijvoorbeeld bij "overdrive", mogelijk. In een bijzonder geval kunnen daarbij de genoemde een of meer vermogenselektronische omzetters elektrisch
20 toegankelijk zijn via één enkele elektrische poort, bijvoorbeeld om hierop een boordaccu te kunnen aansluiten, waardoor met behulp van de EVT een nagenoeg slijtagevrije startmotor kan worden verkregen. Omgekeerd kan vanuit de EVT via deze elektrische poort de boordaccu worden geladen, waardoor een nagenoeg slijtagevrije dynamo wordt verkregen. In een andere
25 uitvoeringsvorm kunnen de stator- en rotorwikkeling elk afzonderlijk via vermogenselektronische omzetters elektrisch toegankelijk zijn via een elektrische poort. In een dergelijke geval is het mogelijk, dat, wanneer het voertuig stil staat en alleen de verbrandingsmotor actief is, de rotor-interrotor combinatie kan werken als een generator voor bijvoorbeeld een
30 koelinstallatie in het voertuig. Ook is het dan mogelijk om de interrotor-

stator combinatie te gebruiken als motor, bijvoorbeeld bij hybride voertuigen, waarbij dan de rotor-interrotor combinatie niet wordt gebruikt.

De uitvinding heeft niet alleen betrekking op een elektromechanische omzetter, maar ook op een inrichting die is voorzien van een elektromechanische omzetter als hiervoor beschreven voor het starten van een aandrijvende verbrandingsmotor of voor het voeden van elektrische apparatuur, en op een inrichting, voorzien van een elektromechanische omzetter als hiervoor omschreven en voorzien van een systeem voor de opslag van energie.

10

De uitvinding zal nu nader worden toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld, zoals weergegeven in de bijgaande tekening. Hierin toont:

Fig. 1 op schematische wijze de basisopbouw van een elektrische variabele transmissie overeenkomstig de stand der techniek;

15

Fig. 2 op schematische wijze een meer praktische opbouw van een dergelijke elektrische variabele transmissie;

Fig. 3 een meer in detail weergegeven uitvoering van een elektrische variabele transmissie overeenkomstig de uitvinding; en

20

Fig. 4-6 doorsneden van een rotor-interrotor-stator combinatie in de elektrische variabele transmissie overeenkomstig de uitvinding ter toelichting van de werking daarvan.

Overeenkomstige delen in de figuren zijn met gelijke verwijzingscijfers aangegeven.

25

De elektrische variabele transmissie (EVT) is een elektromechanische omzetter met twee mechanische poorten en één elektrische poort. De EVT is op de eerste plaats een continu variabele transmissie, waarbij dan bovendien via de elektrische poort energie kan

worden uitgewisseld. In de navolgende figuurbeschrijving zal in eerste instantie de elektrische poort buiten beschouwing worden gelaten.

De basisopbouw van een EVT is schematisch weergegeven in fig. 1 en is bekend uit de Europese octrooiaanvraag EP-A-0 866 533. Deze EVT is opgebouwd uit een elektromechanisch deel 1 en een vermogenselektronisch deel 2. Het elektromechanisch deel 1 omvat een huis 3 waarin een primaire inductiemachine 4 met een primaire as 5 en een secundaire inductiemachine 6 met een secundaire as 7 zijn aangebracht. De beide assen 5 en 7 zijn gelagerd in het huis 3. De primaire inductiemachine 4 bestaat in deze uitvoering uit een door een sleeppringanker gevormde rotor 8 met een elektrisch toegankelijke meerfase- wikkeling, en een niet elektrisch toegankelijk kooianker 9. De secundaire inductiemachine 6 bestaat uit een stilstaand vast met het huis 3 verbonden deel, de stator 10, en een op de secundaire as 7 bevestigd kooianker 11. De secundaire as 7 van de secundaire inductiemachine 6 is tevens gelagerd in de rotor 8. De stator 10 heeft een elektrisch toegankelijke meerfasewikkeling. Tussen de rotor 8 en de stator 10 kan elektrische energie worden uitgewisseld via het vermogenselektronisch deel 2, dat hier een vermogenselektronische omzetter 12 en een vermogenselektronische omzetter 13 omvat, welke beiden zijn uitgevoerd als een wisselspanning-gelijkspanningsinverter. Beide invertoren zijn aan de gelijkspanningszijde met elkaar zijn verbonden. De basis van de EVT overeenkomstig de uitvinding is de primaire inductiemachine 3 die als een soort elektromagnetische koppeling werkt. De secundaire machine werkt als een hulpmotor annex generator.

Om de werking van deze bekende EVT op eenvoudige wijze toe te lichten, zij verondersteld dat hierin geen verliezen optreden. Eerst wordt aangenomen dat het sleeppringanker 8 wordt gevoed vanuit een alsdan door de primaire spanningsinverter 12 gevormde gelijkspanningsbron en dat de secundaire as 7 met ongeveer dezelfde snelheid draait als de primaire as 5. Het draaiveld in de eerste inductiemachine 4 draait dan synchroon aan het

- sleepringanker 8. De secundaire inductiemachine 6 is nog niet actief. Als gevolg van een snelheidsverschil tussen de primaire as 5 en het primaire kooianker 9, en dus de secundaire as 7, ontstaat een magnetisch draaiveld en wordt een elektrische stroom geïnduceerd in het primaire kooianker 9, zodat een elektromagnetisch koppel optreedt, waardoor het koppel van de primaire as wordt overgedragen naar de secundaire as, met slechts een gering slipverlies. De gelijkspanningsbron levert alleen vermogen voor dissipatie in de weerstand van de draaistroomwikkeling van het sleepringanker 8, hetgeen verder wordt verwaarloosd.
- 10 Bij normaal bedrijf zal de primaire spanningsinverter geen gelijkspanning maar wisselspanning afgeven en vindt er via het vermogenselektronisch deel 2 energie-uitwisseling plaats.
- Onder verwaarlozing van de sliphoeksnelheid van het kooianker 9, geldt in een stationaire toestand, dat wil zeggen in een toestand met
- 15 koppelevenwicht, dat $T_1 = T_{c1}$, waarbij T_1 het koppel is dat op de primaire as 5 wordt uitgeoefend door bijvoorbeeld een verbrandingsmotor en T_{c1} het koppel is dat via het elektromagnetisch veld door het sleepringanker 8 wordt uitgeoefend op het kooianker 9 van de primaire inductiemachine 4. Voor de mechanische vermogens kan geschreven worden: $P_{m1} = \omega_{m1} T_1$ en
- 20 $P_{m12} = \omega_{m2} T_{c1} = \omega_{m2} T_1$, waarbij P_{m1} het mechanisch vermogen is dat via de primaire as 5 wordt toegevoerd, ω_{m1} de hoeksnelheid van de primaire as 5, P_{m12} het mechanisch vermogen dat aan de secundaire inductiemachine 6 wordt afgegeven, en ω_{m2} de hoeksnelheid van de secundaire as 7. Het verschil van deze twee vermogens $P_e = (\omega_{m1} - \omega_{m2}) T_1$ wordt via een
- 25 combinatie 14 van sleepringen en daarmee in contact zijnde borstels, en het vermogenselektronisch deel 2 afgevoerd. Hierbij stelt $(\omega_{m1} - \omega_{m2})$ de snelheid van het draaiveld ten opzichte van het sleepringanker 8 voor; deze snelheid is tezamen met het luchtspleetkoppel bepalend voor het vermogen dat via de draaistroomwikkeling wordt omgezet. Als de secundaire as 7 met

een lagere snelheid (inclusief stilstand) draait dan de primaire as 5, dat wil zeggen

$\omega_{m1} > \omega_{m2}$, dan geeft het sleeppringanker 8 via de genoemde combinatie 14 van sleepringen en daarmee in contact zijnde borstels elektrisch vermogen

- 5 af. In het geval $\omega_{m1} < \omega_{m2}$ (overdrive bij wegvoertuigen), dan moet juist elektrisch vermogen worden toegevoerd aan het sleeppringanker 8.

Verondersteld wordt nu verder dat $\omega_{m1} > \omega_{m2}$. Het sleeppringanker 8 geeft dan elektrisch vermogen af. Dit elektrisch vermogen wordt met behulp van de spanningsinvertoren 12 en 13 via een vermogenslektronisch omzettingsproces toegevoerd aan de secundaire inductiemachine 6. Zij
10 verondersteld dat ook dit omzettingsproces verliesvrij is en geen sliphoeksnelheid en andere verliezen optreden, zodat het volledige elektrisch toegevoerde vermogen wordt omgezet in mechanisch vermogen. Voor het koppel dat op de secundaire rotor wordt uitgeoefend, geldt dan: T_{c2}
15 $= P_e / \omega_{m2} = (\omega_{m1} - \omega_{m2}) T_1 / \omega_{m2}$. Het koppel dat de secundaire as uitoefent, bijvoorbeeld op een mechanische belasting, is de som van het primaire koppel en het koppel dat op de secundaire rotor wordt uitgeoefend:
 $T_2 = T_1 + T_{c2} = \omega_{m1} T_1 / \omega_{m2}$. In dit geval ($\omega_{m1} > \omega_{m2}$) is het uitgaande koppel dus groter dan het ingaande koppel.

- 20 In het geval dat de secundaire as met een hogere snelheid draait dan de primaire as ($\omega_{m1} < \omega_{m2}$), blijven de bovenstaande vergelijkingen gewoon geldig. In dat geval moet echter via de combinatie 14 van sleepringen en daarmee in contact zijnde borstels elektrisch vermogen worden toegevoerd aan de primaire inductiemachine 4 ($P_e < 0$). Dit
25 vermogen wordt geleverd door de secundaire inductiemachine 6, die dan als generator werkt. In deze bedrijfstoestand is het koppel dat op de rotor 11 van de secundaire inductiemachine 6 wordt uitgeoefend negatief ($T_{c2} < 0$) en zal T_2 kleiner zijn dan T_1 .

Fig. 2 toont op schematische wijze een meer praktische opbouw van de EVT in figuur 1. In deze uitvoering is de secundaire inductiemachine 6
30

om de primaire inductiemachine 4 heen gebouwd. In het huis 3 zijn vanaf de middenlijn achtereenvolgens het sleepringanker 8, het primaire kooianker 9, het secundaire kooianker 11, en de stator 10 concentrisch ten opzichte van elkaar aangebracht. Het primaire en secundaire kooianker 9, resp. 11
5 vormen tezamen een holle interrotor 15. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om de primaire en de secundaire inductiemachine 4 resp. 6 een deel van de flux gezamenlijk te laten gebruiken, waardoor het juk tussen de kooiwikkelingen lichter kan worden uitgevoerd. De beide kooiankers zijn daartoe niet alleen mechanisch gekoppeld, zoals het geval is bij de
10 elektromechanische omzetter in de Europese octrooiaanvraag EP-A-0 866 544, maar ook elektromagnetisch gekoppeld. Op de meest gunstige manier is dit gerealiseerd door de beide kooiankers 9 en 11 als één geïntegreerd geheel uit te voeren. De hierdoor verkregen interrotor 15 is weergegeven in fig. 3 en voorts in de fig. 4-6, die een doorsnede A-A van de rotor, de
15 interrotor en de stator in fig. 3 laten zien. De interrotor 15 bestaat uit een elektrisch en een magnetisch circuit. In de uitvoeringsvorm van fig. 3 en in de fig. 4-6 wordt het magnetisch circuit gevormd door een gelamelleerde cilinder 16 met aan beide zijden zich in de lengterichting uitstrekkende groeven waarin zich de, het elektrisch circuit vormende
20 kortsluitwikkelingen 17 uitstrekken. In de fig. 4-6 zijn slechts op enkele plaatsen deze wikkelingen ingetekend. Dit laatste geldt overigens ook voor de rotor- en statorwikkeling 18, resp. 19 in de groeven in de cilinder van de rotor 8 en de stator 10.

In de in fig. 3 weergegeven uitvoeringsvorm omvat de
25 elektromechanische omzetter vier polen, waarbij in de fig. 4-6, vet gedrukt, voor een van deze polen een aantal magnetische veldlijnen zijn aangegeven. Fig. 4 laat een situatie zien, die vergelijkbaar is met een situatie, die zich specifiek voordoet bij de EVT in de Europese octrooiaanvraag EP-A-1 154 551: in de interrotor 15 vindt geen geleiding van magnetische flux in
30 tangentiële richting plaats, doch alleen in de radiale richting. Het daarbij

behorende magnetisch veldlijnenverloop is in fig. 4 aangegeven door het verwijzingscijfer 20. Een lokale magnetisch veldverzwakking in de EVT is niet mogelijk; deze wordt pas mogelijk bij een magnetische fluxgeleiding in de interrotor 15 in de tangentiële richting, zoals hierna blijkt en is

5 weergegeven in de fig. 5 en 6.

Fig. 5 laat een situatie zien, die zich in een EVT overeenkomstig de uitvinding zal voordoen, bij bijvoorbeeld het wegrijden met een voertuig voorzien van een dergelijke EVT. De rotor 8 heeft dan aanvankelijk een toerental (ω_{m1}) dat ten opzichte van het toerental (ω_{m2}) van de interrotor 15 relatief hoog is. Bij een relatief grote waarde van het toerentalverschil ($\omega_{m1} - \omega_{m2}$) en een bepaalde, door de primaire vermogenslektronische omzetter 12 op de sleepringen van de rotor 8 aangelegde spanning $U_r = c(\omega_{m1} - \omega_{m2})\Phi_r$, waarbij Φ_r de in de rotor opgewekte magnetische flux is en c een constante, zal dan in de rotor een relatief zwakke magnetische flux Φ_r worden opgewekt. De magnetische flux hoeft in dit geval niet groot te zijn omdat het koppel dat de rotor 8 op de interrotor 15 uitoefent dit ook niet hoeft te zijn. De rotor 8 werkt dan als generator voor de stator 10, waarbij via de spanningsinvertoren 12 en 13 vermogen wordt overgedragen op de stator; op de stator wordt dan een relatief hoge spanning

15 $U_s = c'\omega_{m2}\Phi_s$ gezet, waarbij Φ_s de in de stator opgewekte flux is en c' een constante. Dit betekent dat een relatief sterke magnetische flux Φ_s wordt opgewekt in de stator, waardoor dan weer een relatief groot koppel T_{c2} kan worden overgebracht op de interrotor 15 en daarmee op de as 7 en de hierop aangebrachte belasting. De interrotor-stator combinatie werkt dan

20 als motor. De magnetische flux in de interrotor-stator combinatie zal daarbij in verzadiging zijn. Het magnetisch veldlijnenverloop in deze situatie is in fig. 5 aangegeven door 21, waarbij een tangentiële fluxverloop in de interrotor 15 optreedt.

Fig. 6 laat een situatie zien, die zich in een EVT overeenkomstig de uitvinding zal voordoen, in bijvoorbeeld het gebruikelijke werkingsgebied

30

van een EVT in een voertuig. De rotor 8 heeft dan een toerental (ω_{m1}) dat ten opzichte van het toerental (ω_{m2}) van de interrotor 15 relatief laag is. Bij een relatief lage waarde van het toerentalverschil ($\omega_{m1} - \omega_{m2}$) en een bepaalde, door de primaire vermogenselektronische omzetter 12 op de

5 sleepringen van de rotor 8 aangelegde spanning $U_r = c(\omega_{m1} - \omega_{m2})\Phi_r$, waarbij Φ_r de in de rotor opgewekte magnetische flux is en c een constante, zal dan in de rotor een relatief sterke magnetische flux Φ_r worden opgewekt, waardoor de rotor 8 een sterk koppel kan uitoefenen op de interrotor 15. Er wordt dan via de spanningsinvertoren 12 en 13 weinig

10 vermogen overgedragen op de stator; op de stator 10 wordt dan een relatief lage spanning $U_s = c' \cdot \omega_{m2} \cdot \Phi_s$ gezet, waarbij Φ_s de in de stator opgewekte flux is en c' een constante. Dit betekent dat een relatief zwakke magnetische flux Φ_s wordt opgewekt in de stator, waardoor dan – via het vermogenselektronische deel 2 – een relatief gering koppel T_{c2} kan worden

15 overgebracht op de interrotor 15 en daarmee op de as 7 en de hierop aangebrachte belasting. De rotor-interrotor combinatie werkt hier als motor. De magnetische flux in de rotor-interrotor combinatie zal daarbij in vermindering zijn. Het magnetisch veldlijnenverloop in deze situatie is in fig. 6 aangegeven door 22, waarbij ook weer een tangentiële fluxverloop in de

20 interrotor 15 optreedt.

In de situatie van overdrive, vindt via de spanningsinvertoren 12 en 13 een vermogensoverdracht van de stator 10 op de rotor 8 plaats. De stator oefent dan een relatief gering koppel uit op de interrotor 15. Daarentegen wordt dan een sterk koppel door de rotor 8 uitgeoefend op de

25 interrotor.

De uitvinding is niet beperkt tot het hier aan de hand van de fig. 3 en 4-6 beschreven uitvoeringsvoorbeeld, doch omvat allerlei modificaties hierop, uiteraard voor zover deze vallen binnen de beschermingsomvang van de hiernavolgende conclusies. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om de

30 interrotor uit te voeren als een magnetische flux geleidende cilinder, waarbij

aan weerszijden daarvan permanent magnetisch materiaal, bijvoorbeeld in de vorm van blokken, is aangebracht. In een andere mogelijke uitvoeringsvorm wordt de interrotor gevormd door een magnetische flux geleidend cilinder, waarbij aan de ene zijde permanent magnetisch

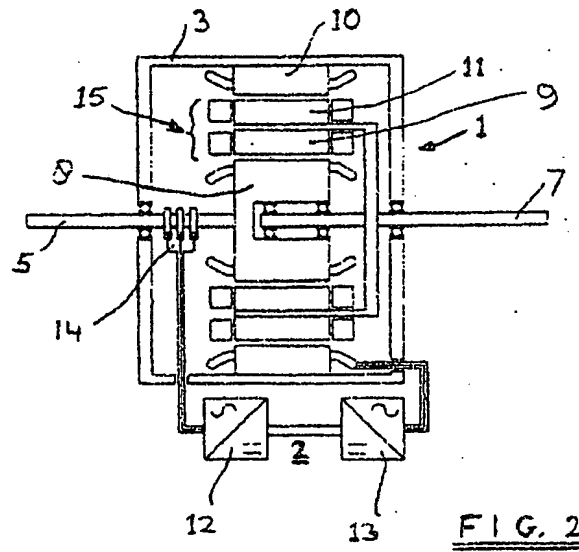
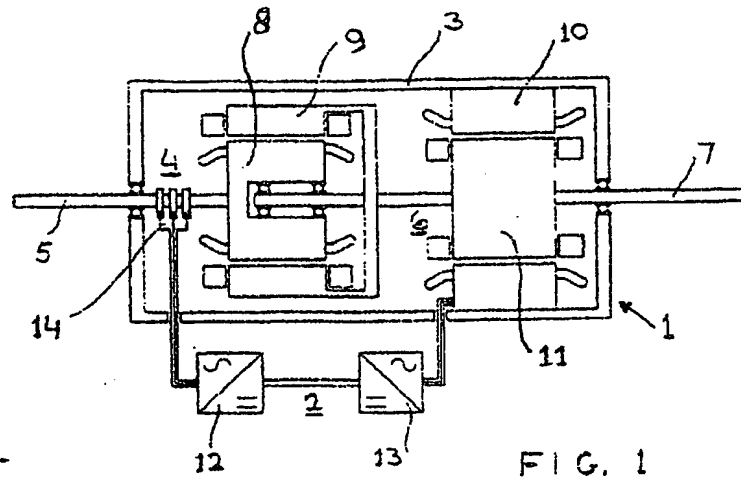
5 materiaal is aangebracht en aan de andere zijde zich in de lengterichting uitstrekkende groeven zijn aangebracht waarin een elektrisch toegankelijke wikkeling is aangebracht. In dit laatste geval dient er echter voor te worden gezorgd dat er een stroomtoevoerpunt aanwezig is op de interrotor 15 of op de secundaire as 7; op deze as 7 kunnen gemakkelijk sleepringen worden

10 aangebracht via welke stroom kan worden toegevoerd of afgevoerd.

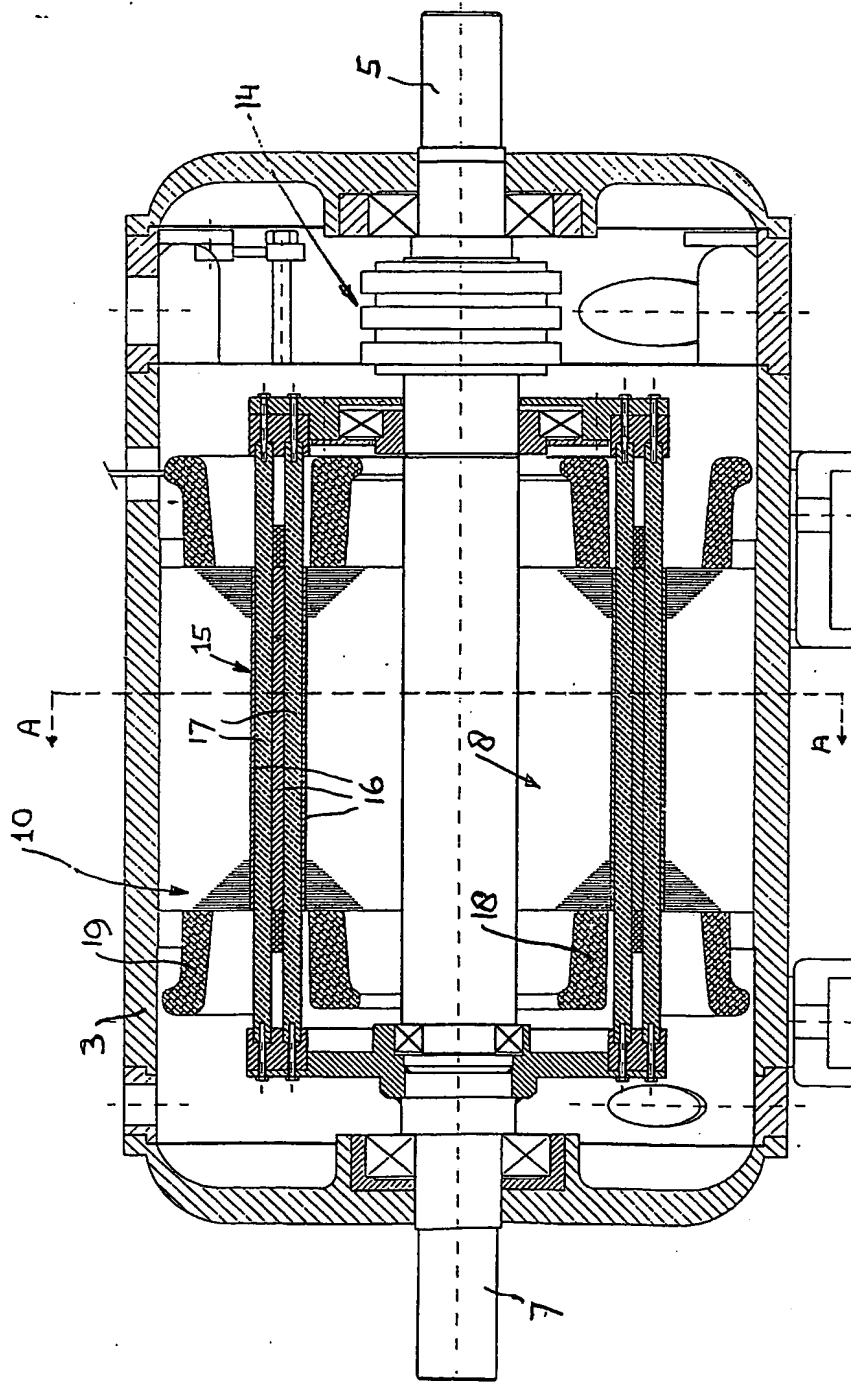
CONCLUSIES

1. 1. Elektromechanische omzetter, in het bijzonder een elektrische variabele transmissie, voorzien van een primaire as (5) met een daarop bevestigde rotor (8), een secundaire as (7) met een daarop bevestigde interrotor (15), en een vast aan het huis (3) van de elektromechanische omzetter bevestigde stator (10), waarbij, vanaf de primaire as (5) in radiale richting gezien, de rotor (8), de interrotor (15) en de stator (10) concentrisch ten opzichte van elkaar zijn aangebracht en waarbij de rotor (8) en de stator (10) zijn uitgevoerd met één of meer een- of meerfasige, elektrisch toegankelijke wikkelingen, met het kenmerk, dat de interrotor (15) zowel mechanisch als elektromagnetisch één geheel vormt en is ingericht als een geleider voor de magnetische flux in een ten minste tangentiële richting.
2. Elektromechanische omzetter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in de, een elektrisch en een magnetisch circuit omvattende interrotor (15) het magnetisch circuit wordt gevormd door een cilinder met aan beide zijden zich in de lengterichting uitstrekkende groeven waarin zich het elektrisch circuit vormende kortsluitwikkelingen uitstrekken.
3. Elektromechanische omzetter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de interrotor (15) wordt gevormd door een magnetische flux geleidende cilinder, waarbij aan weerszijden daarvan permanent magnetisch materiaal is aangebracht.
4. Elektromechanische omzetter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de interrotor (15) wordt gevormd door een magnetische flux geleidende cilinder, waarbij aan de ene zijde permanent magnetisch materiaal is aangebracht en aan de andere zijde zich in de lengterichting uitstrekkende groeven zijn aangebracht waarin een elektrisch toegankelijke wikkeling is aangebracht.

5. Elektromechanische omzetter volgens een van de conclusies 1-4, met het kenmerk, dat de stator- en rotorwikkeling onderling via een of meer vermogenselektronische omzetters (12, 13) met elkaar zijn verbonden.
6. Elektromechanische omzetter volgens conclusie 5, met het
5 kenmerk, dat genoemde een of meer vermogenselektronische omzetters (12, 13) elektrisch toegankelijk zijn via één enkele elektrische poort.
7. Elektromechanische omzetter volgens een van de conclusies 1-4, met het kenmerk, dat de stator- en rotorwikkeling elk afzonderlijk via een vermogenselektronische omzetter toegankelijk is via een elektrische poort.
- 10 8. Inrichting voorzien van een elektromechanische omzetter volgens een van de conclusies 1-7 voor het starten van een aandrijvende verbrandingsmotor.
9. Inrichting voorzien van een elektromechanische omzetter volgens een van de conclusies 1-7 voor het voeden van elektrische apparatuur.
- 15 10. Inrichting voorzien van een elektromechanische omzetter volgens een van de conclusies 1-7, met het kenmerk, dat daarin een systeem voor de opslag van energie is opgenomen.



1020095



1020095

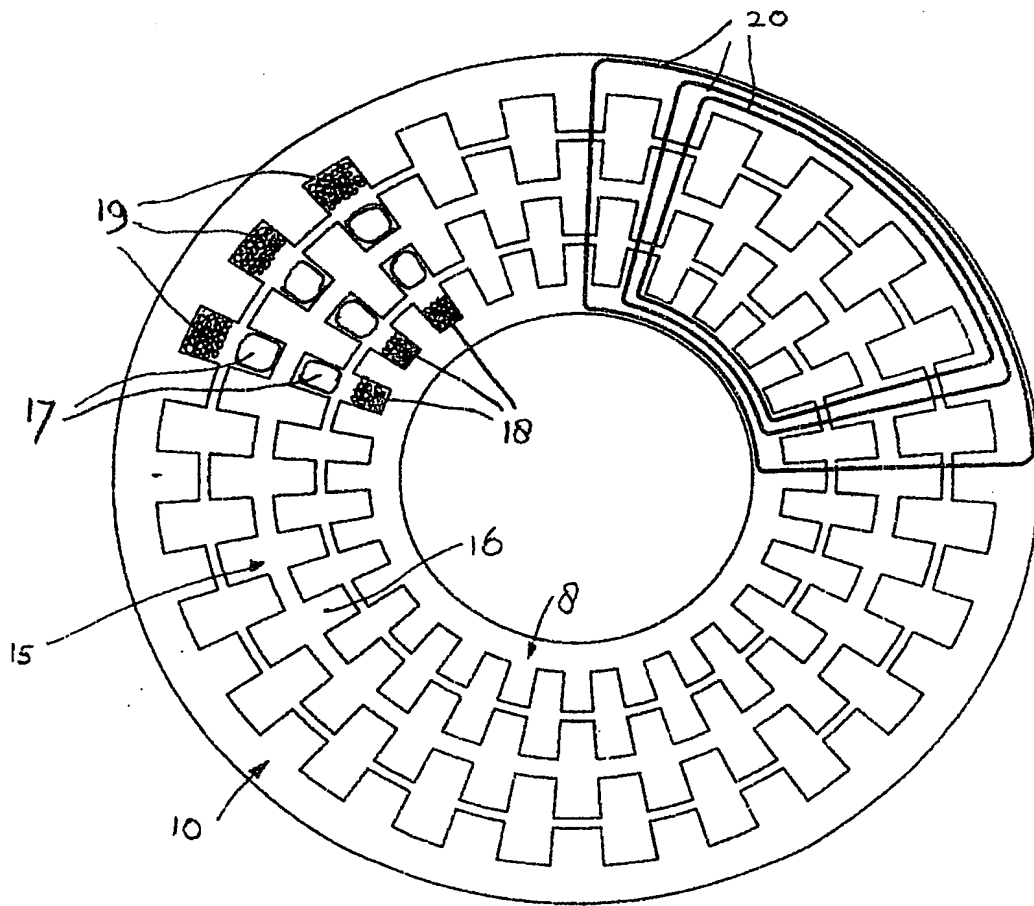


FIG. 4

1020095

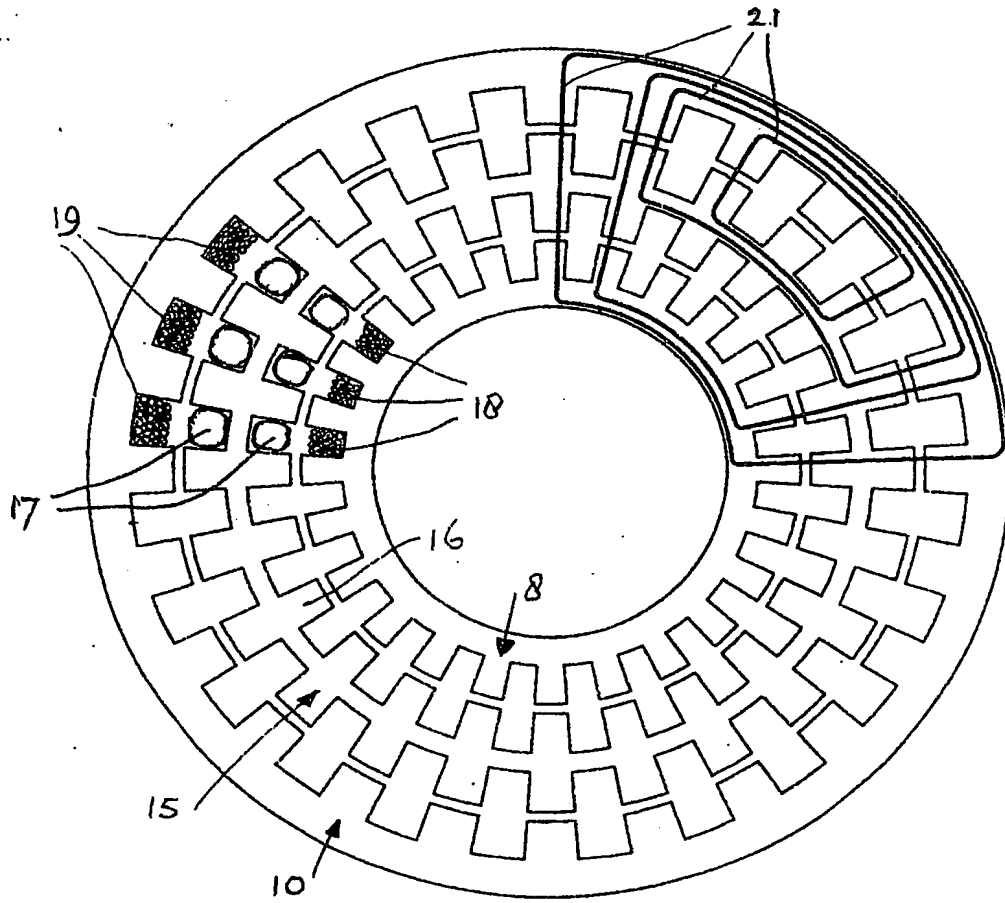


FIG. 5

1020095

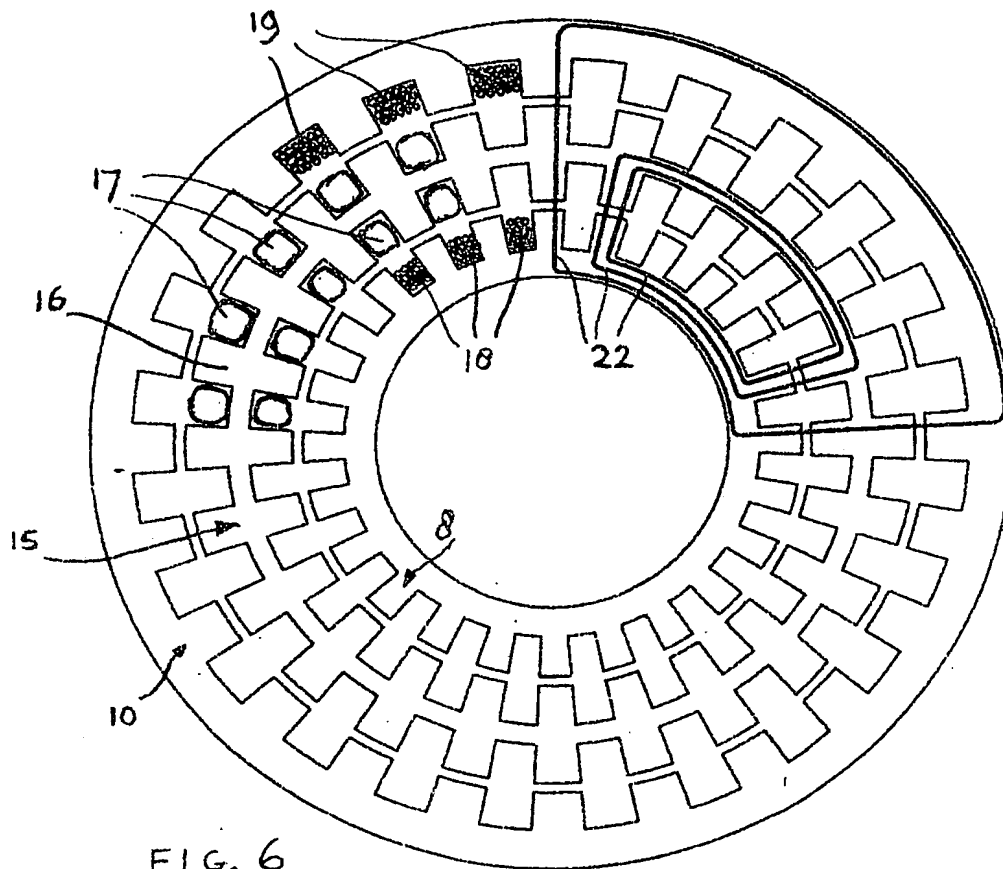


FIG. 6